

Dr hab. Jarosław Chormański, prof. SGGW
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Instytut Inżynierii Środowiska
Katedra Teledetekcji i Badań Środowiska
Ul Nowoursynowska 159
02-776 Warszawa

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Gilewskiego pt.

„Czułość modelowanego odpływu rzecznego w zlewni górskiej na odwzorowanie rozkładu czasowo-przestrzennego opadu”

1. Podstawa opracowania

Recenzję opracowano na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Warszawskiej, prof. Dr hab. Inż. Tomasza Wiśniewskiego z dnia 18 lutego 2020 r.

2. Wstęp

Praca doktorska mgr inż. Pawła Gilewskiego została przygotowana w Zespole Gospodarki Wodnej i Hydrologii, Katedry Ochrony i Kształtowania Środowiska, Wydziału Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, Politechniki Warszawskiej pod kierunkiem prof. dr hab. Inż. Marka Nawalanego. Rozprawa liczy 117 stron tekstu oraz 3 załączniki, w których na 8 stronach przedstawiono założenia metody SCS-CN, sposób obliczania opadów z danych radarowych oraz zestawienia parametrów modelu hydrologicznego dla zlewni elementarnych. W tekście pracy Autor, Kandydat do stopnia naukowego doktora, zamieścił 32 tabele (dodatkowo 4 w załącznikach) i 32 rysunków (dodatkowo 2 w załącznikach). Spis wykorzystanej literatury liczy 159 pozycji obejmuje zarówno prace zamieszczone w liczących się czasopismach naukowych (polskich i zagranicznych), wydawnictwa monograficzne, podręcznikowe, i materiały konferencyjne. Około 50% cytowanych prac zostało opublikowanych po 2010 roku (w tym dwie Autora). Wykorzystana literatura jest zróżnicowana tematycznie oraz w pełni związana z treścią pracy.

3. Opis pracy

Rozprawa jest studium poświęconym analizie i prawidłowemu wykorzystaniu źródeł danych o opadzie w celu symulacji odpływu w zlewni górskiej. Dzieli się na 7 rozdziałów, o zróżnicowanej objętości: rozdział 1 – Wprowadzenie (w tym cel pracy i przedstawienie hipotezy badawczej), rozdział 2 – Przepływ wody w zlewni, rozdział 3 – Modelowanie odpływu rzecznego, rozdział 4 – Metody pomiaru i estymacji opadu atmosferycznego, rozdział 5 – Czasoprzestrzenne modelowanie pola opadu, rozdział 6 – Wyniki symulacji i dyskusja, rozdział 7 – Podsumowanie i wnioski. Ostatnie, nie numerowane rozdziałami części pracy zawierają odpowiednio spis wykorzystanej literatury oraz załączniki.

Celem naukowym recenzowanej rozprawy doktorskiej była ocena wpływu zróżnicowania aproksymacji pola opadu na wybrane charakterystyki odpływu rzeczno-egzogenicznego w zlewni górskiej (początkowe uwilgotnienie zlewni, straty opadu oraz transformacja opadu efektywnego w odpływ bezpośredni) symulowanego za pomocą modelu opad-odpływ.

W swojej pracy Autor postawił następującą tezę:

„Wejściowe pole opadu pełni kluczową rolę w modelowaniu hydrologicznym typu opad-odpływ. Zadowalająca aproksymacja czasowo-przestrzenna tego pola na potrzeby modelowania hydrologicznego jest możliwa nie tylko za pomocą tradycyjnie wykorzystywanego źródła danych o opadzie - deszczomierzy, ale również alternatywnych technik pomiaru opadu - radarów meteorologicznych, pomiarów satelitarnych oraz modeli numerycznych”.

Dla realizacji tak postawionego celu Autor:

- Przeprowadził niezbędne studia literaturowe
- Dokonał kalibracji parametrów modelu hydrologicznego HEC-HMS w zlewniach elementarnych zlewni Skawy dla wybranych epizodów opad-odpływ;
- Opracował modele przestrzenne danych wejściowych opadu atmosferycznego
- Przeprowadził symulacje odpływu dla rozpatrywanych źródeł danych opadowych uwzględniając zróżnicowanie wielkości kroku czasowego
- Porównał wyniki analiz i sformułował wnioski końcowe.

Wprowadzenie do pracy zawiera trzy podrozdziały: *Wstęp, Cel i zakres pracy* oraz *Opis obszaru badawczego*. *Wstęp* dotyczy uzasadnienia podjęcia tematu badawczego, podkreślenia konieczności badań nad polem opadu atmosferycznego, szczególnie w obszarach górskich w czasach, gdy dostęp do niestandardowych źródeł danych takich jak dane z sieci pomiarów radarowych oraz zasobów satelitarnych jest powszechny.

W kolejnej części wprowadzenia podano cel pracy z przytoczeniem dostępnych źródeł danych opadowych, postawioną przez Autora hipotezę badawczą i zakres pracy w postaci wykazu 6 zadań badawczych. Zaproponowany zakres pracy wydaje się adekwatny i kompletny dla badań nad postawioną Tezą badawczą.

Obszar badawczy to kolejny podrozdział wprowadzenia. Zawiera szereg informacji dotyczących wybranego obszaru badawczego, jakim jest zlewnia górnej Skawy. Autor wyjaśnia powody takiego wyboru, a mianowicie górski charakter zlewni, zróżnicowanie stref klimatycznych i pola opadu w granicach zlewni, wiarygodność prowadzonych obserwacji wodowskazowych, działającą sieć obserwacji posterunków opadowych. Z argumentacją Autora trudno się nie zgodzić. Obszar badawczy został moim zdaniem wybrany w prawidłowy sposób i może służyć za poligon badawczy dla postawionego celu badawczego. Przyjęto podział zlewni górnej Skawy wg MPHP 10k na 6 zlewni elementarnych, dla których podano wartości powierzchni zlewni. W rozdziale tym Autor przedstawił również mapę pokrycia terenu, opracowaną na podstawie bazy danych Corine Land Cover 2012, bardzo istotną dla procesu modelowania opad-odpływ, jednak pominiął równie istotną mapę przepuszczalności gleb, wspominając jedynie o dominującym typie gleb jako trudno przepuszczalnej dla infiltracji wód opadowych. Terminologia ta nie jest wyjaśniona w kolejnych rozdziałach, ani też Autor nie zajmuje się rozkładem przestrzennym gleb ani nie wspomina o tym, dlaczego analiza rozkładu przepuszczalności gleb (mapy glebowej) istotna niewątpliwie dla obliczenia wartości SCS-CN została pominięta.

W tym miejscu chciałbym odnieść się do stosowanej terminologii w pracy w postaci pojęcia zlewni cząstkowej. W mojej ocenie stosowanie jej dla opisu zlewni cząstkowych i

zlewni przyrzecza jest kontrowersyjna i raczej sugerowałbym termin zlewnie elementarne. W polskich podręcznikach hydrologii stosuje się dwa oznaczenia dla zlewni elementarnych – zlewnie cząstkowe dla obszarów wydzielonych i odwadnianych przez dopływy recypienta lub zamknięte wodowskazem zlewnie obszarów źródłiskowych oraz zlewnie różnicowe, również nazywane przyrzeczem dla określenia obszarów położonych między obszarem zlewni cząstkowej a wodowskazem w dolnej części zlewni lub pomiędzy dwoma wodowskazami. Stosowanie terminu zlewnie cząstkowe (Autor używa też w nawiasie terminu angielskiego – subcatchment) może sprawiać mylące wrażenie dla czytelnika przyzwyczajonego do podręcznikowej terminologii.

Rozdział 2 poświęcony jest opisowi procesu obiegu wody w zlewni podczas wezbrania i wydzieleniu faz kształtowania się odpływu w przed oraz podczas trwania opadu, charakterystyce opadów atmosferycznych w tym opis miar opadu i czynników opadotwórczych ze szczególnym uwzględnieniem zjawiska opadu orograficznego. W rozdziale tym Autor analizuje również wpływ zmian klimatu na tworzenie się i zmiany dynamiki opadów oraz podaje kilka (dokładnie 6) przykładów badań realizowanych o obszarach górskich w Polsce i za granicą. Rozdział jest w całości opracowany na podstawie studiów literaturowych. W tym miejscu chciałbym odnieść się do tytułu rozdziału, który jest w moim odczuciu niewłaściwy, słowo przepływ ma swoje znaczenie w terminologii hydrologicznej i tu sugeruje zawężenie badań. Właściwym słowem z uwagi na zawartość rozdziału wydaje się być obieg wody. Analogicznie używa się tutaj w niewłaściwym znaczeniu słów: spływ podpowierzchniowy zamiast odpływ podpowierzchniowy. Kolejny przykład co najmniej dyskusyjny to stosowanie terminu infiltracja właściwego dla opisu procesu przemieszczania się wody pod ziemią w strefie aeracji, jednak w momencie nasycenia tej strefy mówimy już o filtracji. Autor terminu filtracja nie używa w ogóle niezależnie od zmiany stanu nasycenia gleby.

Innym elementem, z którym nie do końca się zgadzam jest opis strat początkowych opadu odpowiadający metodycznie stosowanemu w modelach strat opadowych opartych na formule infiltracyjnej (np., dostępnych w HEC-HMS modeli Holtona lub Green-Amptą). W przypadku zastosowania metody SCS-CN, którą właśnie zastosował Autor w swojej pracy, ten opis powinien być nieznacznie acz istotnie inny. Mianowicie w startach początkowych modelu empirycznym SCS-CN zawiera się również część opadu wypełniająca retencję glebową przed uruchomieniem procesu filtracji. Tego opisu nie koryguje Autor ani w rozdziale 3 poświęconym modelowaniu hydrologicznemu, ani w rozdziale 6 poświęconym symulacjom HEC-HMS, ani w załączniku nr 2 poświęconemu opisowi metody SCS-CN.

Ponadto, chciałbym zwrócić uwagę, że odniesienie się jedynie do 6 publikacji jako wyznaczających kierunki badawcze w hydrologii obszarów górskich niewiele mówi o znaczeniu tych badań, a czytelnik pracy może odnieść mylące wrażenie o niszowości przedstawianych zagadnień, w której tematyce porusza się Autor. Jednym słowem brakuje mi w tym miejscu pracy obszernego przeglądu literatury. Często takiemu przeglądowi literatury poświęca się oddzielny rozdział prac doktorskich. Z drugiej strony uważam, że cytowana literatura w dalszej części pracy, w rozdziałach dotyczących zagadnień opracowywanych przez Autora jest obszerna i w pełni zaspokaja moje oczekiwania, oddając właściwe znaczenie zagadnieniom, którym Autor poświęcił swoją dysertację. Uwagę więc moją proszę traktować jako przyczynek do dyskusji o koncepcji struktury pracy. Mamy z Autorem różne zdania na strukturę przygotowania przeglądu literatury – oba w moim odczuciu równoważne.

W rozdziale 3 umieszczono krótki przegląd wybranych aspektów modelowania

hydrologicznego z szczególnym uwzględnieniem modelu HEC-HMS i wybranych modeli określania poszczególnych procesów hydrologicznych, a mianowicie modelu opadu efektywnego – metoda SCS-CN, modelu transformacji opadu efektywnego w odpływ – wybrano hydrogram jednostkowy Snydera, oraz modelu przepływu w korycie pomiędzy zlewniami elementarnymi - Muskingum-Cunge. Opis ten jest w moim przekonaniu kompletny dla celów dysertacji, w sposób profesjonalny opisany. Modelem HEC-HMS jest powszechnie znanym w hydrologii koncepcyjnym modelem o parametrach częściowo (dyskretnie) rozłożonych, a jego struktura umożliwia uwzględnienie przestrzennej zmienności opadu i parametrów odpływu dokonując ich uśredniania w zlewniach elementarnych. W tym momencie nasuwa się pytanie czy wybór modelu o parametrach rozłożonych nie byłby lepszym rozwiązaniem z uwagi na możliwość wprowadzenia danych opadowych rozłożonych do siatki rastrowej o rozdzielczości np. 100 m. Motywacją Autora podczas dokonywania wyboru modelu było znalezienie kompromisu pomiędzy różnym stopniem rozłożenia przestrzennego dostępnych danych opadowych pochodzących z różnych źródeł. Akceptuję taką motywację szczególnie, że w przypadku zastosowania modeli do oceny powodzi opadowych modele o parametrach częściowo rozłożonych pracują z podobną skutecznością, co Autor również zaznaczył.

Wspomniany już wcześniej brak odniesienia się do koncepcji strat początkowych w modelu SCS-CN nie został w tym rozdziale uzupełniony. Jednocześnie przy braku informacji o zastosowanej mapie glebowej jest mi trudno ocenić poprawność wyznaczenia wartości parametru CN w zlewniach elementarnych. Trudno też domyślić się czy parametry inicjalne modeli SCS-CN oraz hydrogramu jednostkowego Snydera wyznaczono w oparciu o analizy GIS czy też oszacowano je metodą mniej oczywistą. W pracy brak jest jednoznacznych informacji w tym miejscu.

W rozdziale 4 omówiono cztery metody szacowania pola opadu, które były obiektem szczegółowej analizy w tej pracy doktorskiej, opracowane na podstawie:

- pomiaru za pomocą deszczomierzy,
- pomiaru za pomocą radarów meteorologicznych,
- pomiarów satelitarnych (dane IMERG GPM oraz SM2RAIN),
- numerycznego modelu opadu (model GEM-AQ).

Każde z tych trzech źródeł danych dostarcza informacji o opadzie z właściwą sobie rozdzielczością czasowo-przestrzenną i charakterystyczną zróżnicowaną niepewnością wynikającą z zastosowanych technik pomiarowych. Rozdział ten wprowadza czytelnika w tematykę pomiaru opadu od metod standardowych już w służbach meteorologicznych a mianowicie z wykorzystaniem deszczomierzy i radarów meteorologicznych po nowatorskie z punktu widzenia służb pomiarowych rozwiązania satelitarne i prognostyczne. W tym rozdziale omówione zostały z należytą szczegółowością podstawy metodyczne prowadzenia pomiarów ich charakterystyka, przewagi i błędy pomiarowe. Szczególnie dużo miejsca poświęca Autor metodom satelitarnym. Przegląd tych metod uważam za kompletny, uwzględniający zarówno systemy już funkcjonujące jak i przygotowywane do pracy z uwzględnieniem ich zróżnicowania pod względem przedziału rejestrowanego promieniowania i metody rejestracji, rozdzielczości przestrzennej i czasowej oraz co ważne z punktu widzenia praktycznego - czasu dostępności do danych po ich zarejestrowaniu.

Szczególnie ważne jest zwrócenie uwagi na dwie z działających misji satelitarnych wykorzystywanych do szacowania opadu. Pierwszą z nich jest misja satelity GPM słusznie przez Autora wskazanej jako najbardziej dokładna metoda pomiaru satelitarnego opadu, o dużej rozdzielczości przestrzennej i czasowej. Drugą jest algorytm SM2RAIN, który szacowania sum opadu dokonuje wstecz na podstawie satelitarnych pomiarów wilgotności gleby i obliczenia bilansu wodnego dla górnej warstwy gleby. W tym przypadku w zależności od analizowanych danych mamy do czynienia z różnicami w rozdzielczości i dokładności szacowania opadu. Obie te metody Kandydat uznał jak sądzę za najciekawsze z punktu widzenia praktycznego i włączył do analizy w ramach niniejszej dysertacji. Uważam podobnie jak Pan mgr inż. Paweł Gilewski, że te metody mogą mieć dużą wartość w praktyce hydrologicznej i włączenie właśnie tych metod do badań uważam za decyzję oczekiwaną i słuszną.

Rozdział 5 stanowi 30% rozprawy i obejmuje opis metodyki czasoprzestrzennego modelowania pola opadu. Jest to najważniejszy od strony naukowej rozdział pracy, który został przygotowany w bardzo obszerny i wyczerpujący moim zdaniem sposób. Uważam ten rozdział za główny materiał badawczy pracy oraz istotny wkład Kandydata w rozwój dyscypliny naukowej, w szczególności w tematyce gospodarowania wodami. Autor omawia kolejno 5 zastosowanych w pracy metod modelowania przestrzennego: punktowych danych pomierzonych deszczomierzami, naziemnych danych radarowych, danych z dwóch serwisów satelitarnych oraz modeli prognostycznych poświęcając miejsce specyfice ich przestrzennego modelowania - interpolacji (dane deszczomierzowe), współczynników dostosowania przestrzennego rozkładu (dane radarowe) i czasowej dezagregacji do interwału czasowego właściwego modelowaniu hydrologicznego wezbrań powodziowych typu opad-odpływ (SM2RAIN). W zależności od źródeł dane wymagają zastosowania korekty przestrzennej lub czasowej. Z przedstawionej analizy najbardziej rażąco jest w moim odczuciu przeprowadzenie interpolacji przestrzennej funkcją wielomianową drugiego rzędu przy wykorzystaniu do tego celu 4 punktów pomiarowych (Rys. 15). Uzyskane wyniki są zupełnie odstające od uzyskanych przy zastosowaniu pozostałych metod. Moim zdaniem stosowanie funkcji wielomianu drugiego rzędu dla 4 obserwacji oddalonych od siebie dosyć znacznie nie jest uzasadnione a uzyskana numeryczna powierzchnia ciągła wysokości opadu zawiera rażąco odbiegające wyniki osiągając również wartości ujemne. Wartości ujemne są zapewne efektem właśnie zbyt małej liczby punktów w stosunku do odległości między nimi. Jednak z uwagi na zastosowanie modelu hydrologicznego o parametrach częściowo rozłożonych wpływ niedokładności interpolacyjnych jest uśredniany w zlewniach elementarnych, dlatego też można uznać pojawienie się tej metody w pracy jako ciekawy przykład porównawczy ale nie rekomendowany do naśladowania. Zauważyć należy, że równie zły efekt uzyskalibyśmy przyjmując różny wykładnik potęgowy dla interpolacji metodą Odwrotnych Ważonych Odległości a tego Autor nie robi, przyjmując jeden wariant potęgowy, dlatego też bez szkody dla pracy byłoby nie uwzględnianie w generowaniu pól opadowych funkcji interpolacyjnej wielomianowej 2 rzędu. Porównanie zastosowanych 4 metod interpolacyjnych i 4 zdalnych umieszczone na końcu rozdziału również potwierdza niezasadność stosowania metody interpolacji wielomianowej – uzyskane wyniki są o rząd większe od wartości uzyskanych z wykorzystaniem pozostałych metod, co ma oczywiście istotny wpływ na symulacje w rozdziale 6. Niemniej uważam, że rozdział 5 jest najbardziej wartościowym elementem pracy od strony poznawczej. Przeprowadzona analiza modelowania czasoprzestrzennego pozwala przyjrzeć się wyzwaniom oraz potencjalnym niedoskonałościom i przewagom poszczególnych metod potencjalnym użytkownikom stosującym proponowaną metodę w

praktyce.

Rozdział 6 dotyczy aplikacji badanych metod czasoprzestrzennego szacowania opadu w modelowaniu hydrologicznym. Kandydat udowadnia w tej części pracy, że zakres poważnej analizy wykonanej w rozdziale 5 ma zastosowania w praktyce przeciwdziałania powodziom. W tym celu wybrano 3 statystyczne miary jakości modelu, popularne w praktyce hydrologicznej służące do oceny poprawności symulowanych hydrogramów odpływu. W wyniku analizy epizodów opad odpływ dokonano oceny skuteczności metod analitycznych modelowania opadu. Tę część pracy oceniam bardzo dobrze, utrzymując moje zastrzeżenia co do małej jak na pracę doktorską liczby obserwacji, nieodstatecznej informacji o kalibracji modelu hydrologicznego (w tym braku informacji o metodyce obliczenia parametru CN i źródłowej mapie glebowej, niedostatecznej liczbie deszczomierzy).

Pracę zamyka rozdział 8 – podsumowanie i wnioski – zawierający kompletne wnioski oraz wizję badań Autora w przyszłości. Z niecierpliwością czekam na realizację zaproponowanych projektów, rozwijających doświadczenia naukowe Autora w przyszłościowym kierunku badawczym.

4. Ocena poziomu naukowego pracy

Rozprawa podejmuje bardzo ważny problem z zakresu inżynierii środowiska, którym jest szacowanie pola opadu w zlewni górskiej z wykorzystaniem nowoczesnych metod geoinformacyjnych.

Cel badawczy, jaki postawił sobie do osiągnięcia Autor pracy, został przedstawiony dostatecznie jasno, a jego zrealizowanie opisane w kolejnych rozdziałach pracy, zostało wyraźnie podkreślone we wnioskach z pracy.

Badania zostały dobrze zaplanowane i przeprowadzone w sposób rzetelny. Można mieć zastrzeżenia do skromnych danych pomiarowych (w sumie tylko kilka epizodów opad-odpływ rejestrowanych w standardowej sieci obserwacyjnej) wykorzystanych dla skalibrowania modelu i oceny jego skuteczności. Na korzyść Autora przemawia fakt, że nie jest łatwo do takich danych dotrzeć w sytuacji, gdy nie prowadzi się własnych obserwacji. W tym miejscu zalecałbym rozszerzenie badań na inne zlewnie górskie w celu potwierdzenia uzyskanych wyników i postawionych wniosków końcowych na szerszym materiale obserwacyjnym w przyszłości, zastosowanie metody interpolacji opadu uwzględniającą hipsometrię terenu, zastosowanie modelu hydrologicznego o parametrach rozłożonych. Zakładając dostępność naziemnych danych radarowych, które mają charakter rozłożony i wystarczający interwał czasowy taka analiza wniosła by nowe spojrzenie w uzyskane wyniki. Powyższe zalecenia Autor, mam nadzieję, wykorzysta w przyszłości. Na teraźniejszym poziomie te potencjalne a niezrealizowane możliwości wynagrodził bogatym materiałem porównawczym i analitycznym. Niewątpliwą zaletą pracy i przyszłym kierunkiem badań jest połączenie obserwacji zdalnych i modeli hydrologicznych takich jak zaproponowane w pracy (lub lepszych jednak zgadzam się z Kandydatem, że dla skomplikowanych modeli nie ma na dziś szerokiego wykorzystania), możliwe stają się operacyjne zastosowanie wyników badań w praktyce zapobiegania powodziom w obszarach górskich.

Przedstawione wyniki omówione zostały na tle dobrze dobranej literatury. Prawidłowo sformułowane wnioski w pełni korespondują z celem i hipotezą przyjętymi dla realizacji pracy i wynikają wprost z rezultatów badań.

Dysertację oceniam bardzo dobrze i nie dostrzegam w niej istotnych uchybień merytorycznych lub formalnych. Uwagi krytyczne, które przedstawiłem w recenzji nie osłabiają mojego dobrego zdania o pracy. Większość z moich uwag ma charakter dyskusyjny i

wynika głównie z innego niż preferowane przez Recenzenta podejścia do terminologii hydrologicznej, sposobu opisu wykorzystanego modelu hydrologicznego lub też częstych niedociągnięć edycyjnych. Należy w tym miejscu docenić nowatorskość podjętej tematyki badawczej uwzględniającej wykorzystanie dostępnych coraz powszechniej danych satelitarnych w modelowaniu hydrologicznym. Ma to szczególne znaczenie w przypadku wdrażania przez Polską Agencję Kosmiczną programu Sat4, który ma zapewnić administracji publicznej darmowy i możliwy praktycznie w czasie rzeczywistym dostęp do danych i produktów satelitarnych. Autor dokonał ewaluacji dostępnych danych a jego praca wskazuje możliwy kierunek wdrażania technologii satelitarnych w gospodarce wodnej.

Mam nadzieję, że uwagi które poczyniłem nie zniechęcą Autora do dalszych prac badawczych a będą pomocne w publikowaniu uzyskanych wyników.

6. Ocena dorobku publikacyjnego Kandydata

Mgr inż. Paweł Gilewski jest autorem trzech prac zamieszczonych w bazie głównej Web of Science, z których jedna została opublikowana w 2018 roku w branżowym czasopiśmie o otwartym dostępie Water (IF = 2,524, 70 pkt na liście ministerialnej). Artykuł, którego Kandydat jest pierwszym autorem omawia aspekty którym poświęcona jest rozprawa doktorska i był cytowany już 7-miorotnie co należy uznać za bardzo dobry wynik. Pozostałe dwie pozycje zamieszczone w bazie stanowią doniesienia konferencyjne jednak z uwagi na umieszczenie w bazie należy uznać, że mają zasięg międzynarodowy. Nie są cytowane ani razu. Index Hirsch'a liczony wg bazy Web of Science wynosi 1 a suma cytowań wynosi 7.

Dużo lepiej dorobek doktoranta kształtuje się w bazie Scopus, w której odnotowano 8 publikacji (w tym 4 jako pierwszy autor) a Index Hirsch'a wynosi 3 (suma cytowań 19). W mojej ocenie baza Scopus lepiej odzwierciedla dorobek publikacyjny Autora, wskazując na czteroletnie naukowe zainteresowanie tematyką poruszaną w pracy doktorskiej oraz jego aktywność konferencyjną. Wszystkie artykuły zostały napisane w języku angielskim, w tym 6 prezentowano na międzynarodowych konferencjach naukowych.

Analizując dorobek Kandydata uważam, że jest on wystarczający i adekwatny do poziomu rozwoju naukowego doktora nauk technicznych a tematyka badawcza wpisuje się zarówno w problematykę badawczą dyscypliny inżynierii środowiska, górnictwa i energetyki.

7. Wniosek końcowy

Praca doktorska mgr inż. Pawła Gilewskiego obejmuje ważną z punktu widzenia dyscypliny inżynierii środowiska, energetyki i górnictwa problematykę szacowania pola opadowego w modelowaniu zagrożenia powodziowego na obszarach górskich a uzyskane wyniki stanowią oryginalny wkład Autora w rozpoznanie możliwości wykorzystanie w tej dziedzinie obrazowań satelitarnych i metod skaningu radarowego.

Autor pracy wykazał się umiejętnością kompleksowego rozwiązywania problemów badawczych, dużą dociekliwością naukową i systematycznym podejściem w rozwiązywaniu problemów badawczych.

Recenzowana rozprawa spełnia wymagania ustawy z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami *o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki*, oraz ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*. Chciałbym jednoznacznie stwierdzić, że jej Autor sprostał wymaganiom stawianym kandydatom do stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Wnioskuje o dopuszczenie rozprawy doktorskiej Pawła Gilewskiego pt. *„Czułość modelowanego odpływu rzeczno-górskiej na odwzorowanie rozkładu czasowo-przestrzennego opadu”* do publicznej obrony.

Warszawa, dnia 18.06.2020r.

Jarosław Chormański

